Aus der Abteilung für konservierende Zahnheilkunde
(Leiter: Prof. Dr. Dr. Raimund Harndt)
der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

Ergonomische Untersuchungen am Arbeitsplatz der zahnärztlichen Helferin

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Peter Degano
aus Berlin

1974

Aus der Abteilung für konservierende Zahnheilkunde
(Leiter: Prof. Dr. Dr. Raimund Harndt)
der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

Ergonomische Untersuchungen am Arbeitsplatz der zahnärztlichen Helferin

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Peter Degano
aus Berlin

Referent: Prof. Dr. Dr. Raimund Harndt

Korreferent: Prof. Dr. Albert Armbruster

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 3. Dezember 1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Druck: Der Präsident der Freien Universität Berlin – Zentrale Universitätsdruckerei V aA 4, 1 Berlin 41

Herrn Professor Dr. Dr. Raimund Harndt möchte ich für die Oberlassung des Themas sowie für seine fachlichen Anleitungen meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Ebenso danke ich dem Arbeitswissenschaftlichen Institut der TU Berlin unter der Leitung von Professor Dr.-Ing. B. Schulte für die Oberlassung der technischen Apparaturen, ohne die ein Zustandekommen der Arbeit unmöglich gewesen wäre.

Gleichermaßen schulde ich seinen Mitarbeitern Dank für ihre wertvollen Anregungen und Hinweise, insbesondere auf dem Gebiet der Elementarzeitverfahren.

I n h a l t

	Seite
I. Einleitung	5
a) Ergonomie	5
b) Ergonomie in der Zahnheilkunde	6
II. Ziel der Arbeit	8
III. Theoretische Grundlagen	9
a) Statische und dynamische Muskelarbeit	9
b) Antropometrie	10
c) Definition des Greifraumes	10
d) Definition des Beinraumes	11
e) Vor- und Nachteile des Sitzens	11
f) Sitz- und Arbeitshöhe	12
g) Arm-, Kopfhaltung und Sehentfernung	13
h) Forderungen bei der Arbeitsplatzgestaltung	14
IV. Beschreibung und Auswertungen der Untersuchungen	16
a) Arbeitsplatzbeschreibung	16
b) Methodik	18
1. Zeitstudie	18
2. Haltungs- und Bewegungsstudien	18
3. Elementarzeitverfahren - Work Factor	18
c) Erklärungen zum Elementarzeitverfahren-Work Factor	19
d) Auswirkung	23
1. Zeitstudie	23
2. Darstellung der Arbeitsgänge	23
3. Beschreibung und Erläuterungen der Teilvorgänge	25
4. Work Factor-Auswertung	55
V. Diskussion	58
VI. Zusammenfassung	61
VII. Literaturverzeichnis	62

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546512_0019

I. EINLEITUNG

a) Ergonomie

Ergonomie ist eine vergleichsweise junge Wissenschaft! Sie befaßt sich mit der menschlichen Arbeit, wobei im Mittelpunkt die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Gerät stehen. Voraussetzungen und Bedingungen, unter denen sich die Arbeit vollzieht, werden ebenso wie die Wirkungen und Folgen, die die Arbeit auf den Menschen hat, analysiert und ausgewertet. Die Ergonomie ist ein Zusammengehen verschiedener Wissenschaften, die sich als Ziel eine Gesamtoptimierung der menschlichen Arbeit setzt und sich nicht mit einer Suboptimierung in Teilbereichen begnügen sollte.

Ideal sind diese Lösungen dann, wenn sie die allgemeinen Fähigkeiten von Menschen und die Möglichkeiten der Technik voll nutzen, und dabei den geringsten laufenden Aufwand zur Erfüllung des Systemzwecks benötigen (8). Die Aufgabe der Arbeitswissenschaft liegt nach SCHULTE darin, eine Zielvorstellung anzustreben, bei der das Ergebnis der Arbeit nach unendlich und der Aufwand gegen Null geht.

$$\text{Wert der Arbeit} = \frac{\text{Ergebnis der Arbeit (Nutzen)} \longrightarrow \infty}{\text{Aufwand der Arbeit} \longrightarrow 0}$$

Schon Anfang dieses Jahrhunderts kam es im industriellen Bereich zu einer Frühphase der Rationalisierung, aus der sich dann die allgemeine Arbeitswissenschaft entwickelte. Den Gedanken Arbeitsmethoden und damit auch die Arbeitsplätze unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu verbessern, verwirklichte erstmalig der amerikanische Ingenieur TAYLOR 1856-1915, in dem er die menschlichen Arbeitsverrichtungen in Teiloperationen zerlegte und die dafür benötigte Zeit gemessen hatte (13). Damit wurden die einzelnen Arbeitsphasen einer kritischen Betrachtung zugänglich. Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten konnten so erkannt werden. Sein Schüler F. B. GILBRETH 1868-1924 lehnte das reine Zeitstudium mit der Stoppuhr ab, und entwickelte die fotografische Bewegungsstudie. Mit Hilfe des Filmes war es möglich, Bewegungsabläufe von kürzester Dauer zu messen und zu analysieren. Eine Reihe

von neueren Elementarzeitverfahren basieren insbesondere auf den Untersuchungen von GILBRETH und sind heute neben psychologischen und physiologischen Erkenntnissen der Bewegungen schlüsselführende Hilfsmittel bei ergonomischen Gestaltungsmaßnahmen.

b) Ergonomie in der Zahnheilkunde

In der Zahnheilkunde wurden ergonomische Probleme erst seit kurzem behandelt.
Frühere Veröffentlichungen in den zwanziger und dreißiger Jahren bewegten sich je nach der Interessenrichtung der Autoren in bestimmte Richtungen. Stellvertretend sind hier BALTERS, KORKHAUS, SCHÖN zu nennen, die bemüht waren, den unrationellen Einsatz von Methoden und Mitteln in der zahnärztlichen Praxis zu verbessern. SCHÖBEL versuchte durch Rationalisierung der zahnärztlichen Arbeit Haltungs- und Belastungsschäden zu verringern. Ober fehlerhafte Arbeitshaltung des Zahnarztes und deren Folgeerscheinungen berichteten auch LAZARUS und MATHIASS.

Um einseitige Fehlbelastungen weitgehend auszuschalten, empfiehlt KÖRBER einen Wechsel zwischen der stehenden und sitzenden Behandlungsweise. R. HARNDT und RIEDEL befaßten sich in ihren Publikationen ebenfalls mit den Problemen der Körperstellung des Zahnarztes.

KANTOROWICZ und FEHR erkannten, daß die Frage nach der Einrichtung des Behandlungszimmers für den Ablauf der Arbeit eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. In diesem Zusammenhang muß auch KILPATRICK erwähnt werden, der ständig bemüht war, Lösungen zur Verbesserung zahnärztlicher Behandlungseinheiten aufzuzeigen.
Die Konstruktionen früherer zahnärztlicher Behandlungsplätze, die vorwiegend auf die stehende Behandlungsweise ausgerichtet waren, ließen Ansätze ergonomischer Gestaltungsregeln, wie sie heute gefordert werden, erkennen.

Eine konsequente Durchführung war jedoch zum damaligen Zeitpunkt nicht möglich.

Der Zahnarzt sah sich bedingt durch die Arbeitsplatzgestaltung

zu sehr als Zentralfigur und setzte eine ständige Mitarbeit durch die zahnärztliche Helferin am Stuhl nicht voraus.

Erst die technische Entwicklung und Erkenntnisse aus der Arbeitswissenschaft führten dazu, daß sich die zahnärztliche Arbeitsweise und Ausrüstung nach einer jahrzehntelangen Uniformität innerhalb von 8 Jahren erheblich wandeln konnte.

Entscheidend war hier die Entwicklung der Absauganlage und der Micromotoren. Die bisherige unphysiologische und unrationelle Arbeitsweise konnte zum größten Teil verlassen werden. Der Zahnarzt und Patientenbereich wurde durch den Helferinnenbereich erweitert. Die Arbeit spielt sich im Team am zurückgelagerten Patienten unter direkter Sicht ab. Hierbei sind die Arbeitsgeräte des Zahnarztes von denen der Helferin getrennt. Der Bewegungsablauf in der Teamarbeit wird wesentlich durch die Konstruktion der Behandlungseinheiten bestimmt. Er spielt sich in einem kleinen griffgünstigen Arbeitskreis ab. Kommunikationszone zwischen Zahnarzt und Helferin sind der vor dem Kopf des Patienten bewegliche Traytisch, der Patient und der hinter dem Kopf des Patienten stehende Instrumentenschrank.

Aus statistischen Auswertungen geht hervor, daß der Anteil der im Sitzen behandelnden Zahnärzte in den letzten Jahren zugenommen hat (4). Es ist vorauszusehen, daß in absehbarer Zeit das Grundprinzip dieser neuen Behandlungstechnik bei der Planung der Arbeitsplatzgestaltung in den zahnärztlichen Praxen einen immer größeren Raum einnehmen wird. So wird die zahnärztliche Gesamtleistung durch das enge Zusammenarbeiten von Zahnarzt und Helferin auf kleinstem Funktionsraum unter direkter Sicht auch zum Wohl des Patienten verbessert.

In letzter Zeit wurden verschieden modifizierte Arbeitsplätze nach dem SPLIT-UNIT Konzept vorgestellt, R. SCHNEIDER, Ch. BARKER, G. STURM und KILPATRICK (2).

Von einer annähernd optimalen Situation - so wie es die Arbeitswissenschaft für die Gestaltung der Arbeitsplätze fordert, kann aber noch keine Rede sein. Um dem Ziel einer Gesamtoptimierung der menschlichen Arbeit näherzukommen, sind weitere Analysen über bestehende Gestaltungszustände des neuzeitli-

chen Arbeitsplatzes - einem Maschine-Patient-Arzt-Helferin-System - unerläßlich.

II. ZIEL DER ARBEIT

Aus der oben dargelegten Arbeitsplatzentwicklung geht hervor, daß sich die Anforderungen an die Tätigkeit der Zahnarzthelferin erheblich gewandelt haben. Sie hat neben dem Zahnarzt einen eigenen Bereich mit einer festumschriebenen Ausrüstung. Als ständige Assistenz am Stuhl ist sie für die Teamarbeit am Patienten ein unentbehrlicher Bestandteil geworden. SCHÖN fordert von der Helferin neben der Beherrschung der allgemeinen Tätigkeiten Kenntnisse über die Grundbegriffe einer systematischen Arbeitsweise. Bei allen ergonomischen Untersuchungen über die Arbeitsplatzgestaltung wurde der Arbeitsplatz der Helferin für die sitzende Arbeitsweise aber bisher nicht ausreichend berücksichtigt. Ein Arbeitssystem erfüllt den von ihm verlangten Zweck nicht optimal, wenn nur eine Person ergonomisch günstig arbeitet, während die andere nur eingeschränkt eine gute Leistung im Sinne eines ungestörten Arbeitsablaufes erbringen kann.

Vorgenannte Überlegungen fordern dazu auf, arbeitswissenschaftliche Studien an der Helferin und ihrem Arbeitsplatz durchzuführen.
Das spezielle Ziel ist die Erstellung von Haltungs- und Bewegungsstudien der Helferin sowie deren Analyse. Gleichzeitig wird im Rahmen dieser Arbeit die Anordnung der Arbeitsplatzelemente einer Bewertung unterzogen.
Mögliche negative Folgen für die Helferin, die durch die Arbeitsausführung entstehen können, werden diskutiert.

III. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

a) Statische und dynamische Muskelarbeit

Die Arbeitsphysiologie unterscheidet zwischen statischer und dynamischer Muskelarbeit. Das besondere Kennzeichen dynamischer Muskelarbeit ist ein rhythmischer Wechsel zwischen Kontraktion und Erschlaffung. Die Kontraktion des Muskels bewirkt eine Austreibung des Blutes, während in der nachfolgenden Erschlaffungsphase eine erneute Blutfüllung des Muskels eintritt. Der durch die Arbeit des Muskels erhöhte Bedarf an Sauerstoff und Energiestoffen, sowie der Abtransport der Abbaustoffe durch das Blut ist somit gesichert. Der Muskel bekommt 10- bis 20mal mehr Blut als in Ruhestellung. Im Gegensatz dazu liegt bei statischer Arbeit eine Dauerkontraktion vor, wie z. B. beim langen Verharren in einer bestimmten Stellung auftritt. Auch das Halten des eigenen Körpers bzw. eigener Körperteile, wie Kopf, Rücken, Arme und Beine, gehören zur statischen Belastung (5).

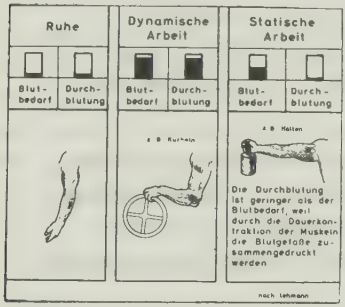


Abb. 1:
Blutversorgung und Blutbedarf statisch und dynamisch arbeitender Muskeln

Liegt die aufgewendete Kraft über 15 % der Maximalkraft des Muskels, dann übersteigt der Muskelinnendruck den Kapillardruck, so daß es zu einer Verminderung oder völligem Aufhören der Blutzufuhr kommt (5). Die damit einhergehende Störung des Muskelstoffwechsels, insbesondere die Anhäufung von Abbauprodukten, lösen den akuten Schmerz der Muskelermüdung aus.

In der zahnärztlichen Literatur sind zahlreiche Autoren der Ansicht, daß Erkrankungen im Skelettmuskelsystem durch Überbelastung vermieden werden können, wenn der Arbeitsablauf

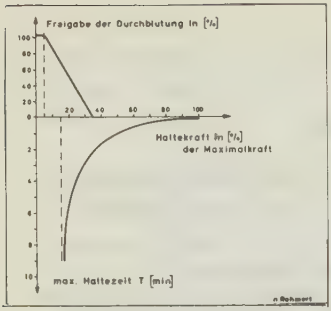


Abb. 1 a:
Haltekraft, Haltezeit
und Durchblutung

von statischer Arbeit freigehalten wird (KÖRBER, LAZARUS und MATHIASS).

b) Antropometrie

Als Grundlage für die ergonomisch ausgerichtete Arbeitsplatzgestaltung dienen die antropometrischen Ermittlungen der menschlichen Längen- und Umfangmaße. Die mittleren Körperabmessungen sind für die Detailkonstruktionen von erheblichem Einfluß. Auf diesem Gebiet liegen aber bis heute noch keine einheitlichen Aussagen vor. Eine Ausarbeitung über 56 statische Maße des Körpers steht jedoch kurz vor dem Abschluß (JÜRGENS). Begriffe, Meßmethoden und Werte für Körpermaß werden in einer DIN-Norm zusammengefaßt (3).

Weiterhin sind die anatomisch begrenzten Drehbereiche der Gelenke bei der Anordnung der Einzelelemente zu berücksichtigen. Diese Drehbereiche werden bei der praktischen Arbeit nicht voll ausgenutzt, da der Widerstand in den Endlagen der Gelenke stark ansteigt.

c) Definition des Greifraumes

Der Greifraum ist bestimmt durch die Reichweite der Arme. Die max. anatomische Weite (geometrisch max. Greifraum) sollte nur in Sonderfällen in Anspruch genommen werden, da sie mit einer Rumpfbewegung verbunden ist. Um eine Mitbewegung des Schulterblattes und damit eine Verschiebung des Schultergelenkes zu vermeiden, setzt man den Radius des physiologisch max. Greifraumes eines Armes 10 % niedriger an, als den Radius, den man im Versuch bei ausgestrecktem Arm max. ermittelt hat (13).

Häufig benutzte Teile, Bedienungselemente, Werkzeuge, sollen möglichst im Zentrum des Greifraumes angeordnet werden. Weniger häufig benutzte Instrumente können an die Peripherie verlegt werden.

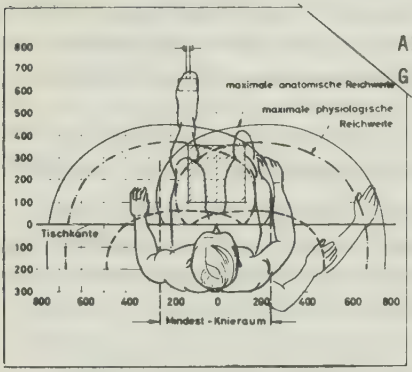


Abb. 2:
Gliederung des Greifraumes

d) Beinraum

In ähnlicher Weise kann ein Wirkraum für die Beine festgelegt werden. Im Sitzen wird die Größe begrenzt durch die beschränkte Bewegungsmöglichkeit der Hüftgelenke. Der Wirkraum der Beine hat die Form eines Kugelausschnittes, dessen Mittelpunkt im Hüftgelenk liegt. Der Radius liegt bei Männern etwa um 80 cm (13).

e) Vor- und Nachteile des Sitzens

Stehen und Liegen sind natürliche Stellungen des Menschen. Während das Stehen als Arbeitshaltung und das Liegen als Ruhestellung bekannt sind, nimmt das Sitzen gewissermaßen eine Mittelstellung ein und ist der Versuch, spezifisch positive Merkmale beider Haltungen zu vereinigen.

Nach GRANDJEAN wird seit langem sowohl von medizinischer als auch von arbeitswissenschaftlicher Seite gefordert, daß nach Möglichkeit eine sitzende Behandlungsweise angestrebt werden soll, um die beim Stehen auftretenden Belastungen zu vermeiden. R. HARNDT stellte bei seinen auf den Zahnarzt bezogenen Puls-

frequenzmessungen fest, daß die Behandlung sitzend am sitzenden Patienten den Zahnarzt am wenigsten belastet. Auch Untersuchungen über die Pulsfrequenz bei der Helferin (STRUNZ) ergaben ein ähnliches Resultat. Allgemein sind die Vorteile des Sitzens in der Entlastung der Beine, in der Möglichkeit unnatürliche Körperstellungen zu vermeiden, in einem reduzierten Energieverbrauch und in der Entlastung des Kreislaufes zu sehen.

Hinzu kommt, daß besonders für feinmotorische Tätigkeiten die Armbewegungen an Genauigkeit und Bewegungssicherheit gewinnen.

Untersuchungen über die Häufigkeit körperlicher Beschwerden beim Sitzen durch Fehlbelastungen zeigen, daß diese Arbeitsweise nicht frei von Nachteilen sein kann. Fehlbelastungen sind Belastungen, die entweder kurzzeitig einzelne Organe betreffen oder über längere Zeit einen chronischen Reiz bilden, können einen schädlichen Einfluß auf den Gesamtorganismus ausüben. Dies trifft vorwiegend bei statischer bewegungsarmer Muskelarbeit und bei angespannter Arbeitshaltung zu. Aber auch bei dynamischer Arbeit können Fehlbelastungen auftreten, wenn der Körper asymetrisch belastet wird. In jahrelanger Gewöhnung erfolgt schließlich eine Anpassung an die einseitige Beanspruchung. Bei langandauernder Sitzhaltung wird die natürliche Lordose der Wirbelsäule ausgeschaltet. Es tritt eine Erschlaffung mit Haltungsschäden (speziell Rundrücken, Bandscheibenschäden, Deformation der Wirbelsäule) ein (15, 16). Auch sollen Durchblutungsstörungen der Bein-, Becken- und Armmuskulatur auftreten. Die Bewegungen des Zwerchfelles werden eingeschränkt. Die Folge davon ist eine ungenügende Durchblutung der Lunge. Herz- und Magenbeschwerden runden das Bild der Folgeerkrankungen bei der sitzenden Arbeitsweise ab.

f) Sitzhöhe und Arbeitshöhe

Beim Sitzen wird ein Beinwinkel (Rumpf-Oberschenkel) von 110^{o} als arbeitsphysiologisch am günstigsten angesehen (13). Dabei soll das Gewicht des Körpers überwiegend von den Sitzhöckern getragen werden. Die Oberschenkel sind anatomisch und physiologisch ungeeignet, das Körpergewicht zu unterstützen. Untersuchungen von LUNDERVOLD haben ergeben, daß bei einer

leicht nach vorn gebeugten Sitzhaltung die Rückenmuskulatur weniger beansprucht wird als bei einer aufrechten Sitzhaltung. Beim Sitzen auf einem Stuhl ruht das Gewicht des Körpers fast ausschließlich auf beiden Sitzhöckern, was zu einer Störung der Blutzirkulation in diesem Bereich führt. Die Folge davon sind unangenehme Sensationen in den komprimierten Hautbezirken, was zu einer Wechselwirkung der Sitzposition führt. Die entlastete Seite wird für kurze Zeit wieder durchblutet. Hinzu kommt, daß beim längeren Sitzen auch die bequemste Sitzstellung als Zwangshaltung (z. B. Sitzen in einem Liegestuhl) empfunden wird. Hieraus ergibt sich eine wichtige Forderung für die Arbeitssitze, die so gestaltet werden müssen, daß ein Sitzen in verschiedenen Lagen möglich ist. Glatte Sitzflächen sind hierbei anatomisch-geformten vorzuziehen.

Damit sich die vordere Stuhlkante nicht in die Weichteile der Oberschenkelrückseite eindrücken kann, sollte eine leicht kompressible Unterlage in Form eines bezogenen Schaumgummipolsters Verwendung finden. Dadurch wird die Möglichkeit einer Druckschädigung des nervus cutaneus femoris dorsalis und als Folge davon ein 'Einschlafen' der Beine, verringert. Gleichzeitig wird der Halt des Körpers auf der Sitzfläche verbessert (23).

g) Arm-, Kopfhaltung und Sehentfernung

Für die Arme liegen optimale Verhältnisse vor, wenn der Oberarm annähernd senkrecht und der Unterarm im Bereich $\pm 15^{o}$ zur Horizontalen steht. Jede größere Abweichung stellt eine Belastung dar. Auch die Arbeit mit weitvorgestreckten Armen führt zu einer erhöhten Belastung.

Dabei ist fast stets ein Vorbeugen des Rumpfes zu beobachten, da die Arbeitsperson instinktiv bestrebt ist, die Belastung auf möglichst viele Muskeln zu verteilen.
Eine optimale Kopfhaltung ist dann gegeben, wenn die Blicklinie im Sitzen etwa 37^{o} gegen die Horizontale geneigt ist. Dieser Blickwinkel setzt sich etwa zu gleichen Teilen aus einer Neigung der Sehlinie der Augen gegenüber dem Kopf und

einer Neigung des Kopfes gegenüber dem Rumpf zusammen. Optimale Kopf- und optimale Arbeitshaltung schließen sich jedoch aus anatomischen Gründen aus, wenn Arbeitsobjekt und Sehobjekt identisch sind. Bei optimaler Armhaltung beträgt der Winkel Blicklinie-Horizontale um 60^{0}. Die Sehentfernung ist abhängig vom Lebensalter und von der Feinheit der Arbeit. Bei Feinstarbeiten, z. B. Optikerarbeiten, ergibt sich je nach Alter ein Abstand von 12 bis 25 cm. Bei geringeren Genauigkeitsansprüchen genügt eine Entfernung von 25 bis 45 cm. Der Durchschnittswert liegt bei 30 bis 32 cm.

Abb. 3:
Zusammenhang zwischen
Blickrichtung und Armhaltung

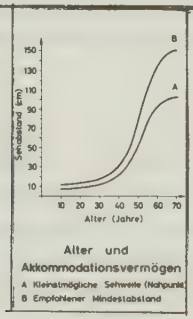


Abb. 4:
Akkommodation des Auges

h) Forderungen bei der Arbeitsgestaltung

Für die Arbeitsgestaltung lassen sich im allgemeinen zwei Forderungen ableiten:

1. Arbeitsvorgang und Arbeitsplatz sollten so gestaltet sein, daß beim Bewegungsvollzug überwiegend dynamische Muskelarbeit vorherrscht.
2. Statische Muskelarbeit ist auf das Halten des Körpers zu

beschränken, denn sie ist bei gleicher Größe des Energieumsatzes wesentlich anstrengender als dynamische Arbeit. Treten unvermeidbare Halteaufgaben innerhalb des Arbeitsvorganges auf, so ist zu prüfen,

a) ob nicht Haltevorrichtungen eingesetzt werden können,
b) daß die Haltekraft möglichst unter der 15 %-Grenze bleibt. Der Wert bezieht sich auf die maximale Kraft der betroffenen Muskelgruppe.
c) ob Pausen eingeschaltet werden müssen,
d) ob die Haltearbeit durch andere stärkere Muskelgruppen übernommen werden können,
e) Wechsel zwischen Sitzen und Stehen sollte bei einem dynamischen Arbeitsprozeß gefordert werden, da dann besonders günstige Verhältnisse vorliegen. Arbeitsaufgabe und Arbeitsplatz sollten einen Wechsel erlauben. Der alternierende Einsatz verschiedener Muskeln reduziert die Belastung auf das mögliche Mindestmaß.

IV. BESCHREIBUNG UND AUSWERTUNGEN DER UNTERSUCHUNGEN

a) Arbeitsplatzbeschreibung

Arbeitsplatz 1 (Basiskonzept 1 nach IOS identification)

Bei den Untersuchungen am Arbeitsplatz 1 handelt es sich um eine Behandlungseinheit der Firma Siemens (Sironette sirotesse). Nachfolgende Skizze zeigt die Anordnung des Arbeitsplatzes (Abb. 5). Vor dem Behandlungsstuhl befindet sich der Instrumentenschrank (Twinset). Links vom Stuhl steht die Helferineinheit mit dem Absauggerät, der Luft-Wasser-Spritze und der Speischale, rechts der Zahnarztteil, eine bewegliche Einheit mit Mikromotor, Turbine, Luft-Wasser-Spritze. Alle Zu- und Ableitungen sind versenkt (Rollenmechanik).

Arbeitsplatz 2 (Basiskonzept 2 nach IOS identification)

Absauganlage, Luft-Wasser-Spritze befinden sich rechts von der Helferin, ebenso der Instrumentenschrank. Zahnarztelement entspricht in der Konstruktion und Funktion dem Element des Arbeitsplatzes 1.(Abb. 6) zeigt die Anordnung dieses Arbeitsplatzes.

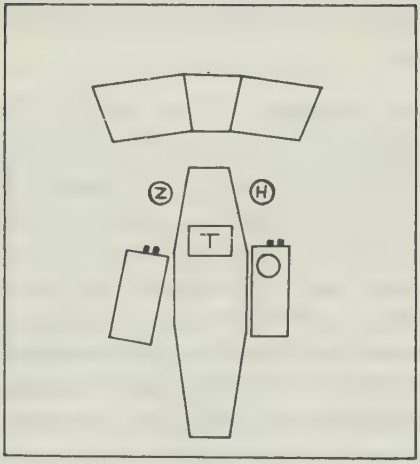


Abb. 5:
Arbeitsplatz 1

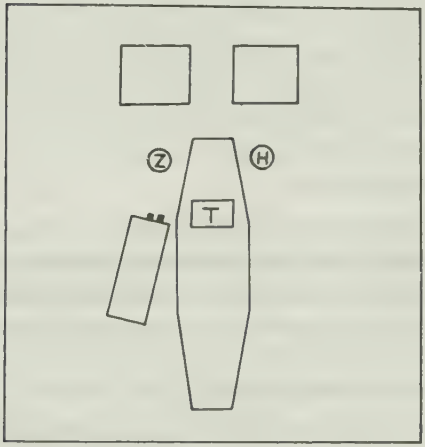


Abb. 6:
Arbeitsplatz 2

b) Methodik

1. Zeitstudie

Eine Woche wurden ganztags sämtliche Griffwege der Helferin in ihrem Funktionsraum gezählt und das Gesamtresultat in Prozentzahlen umgerechnet.

2. Haltungs- und Bewegungsstudien

Mit zwei 16 mm-Kameras wurden Filmbilder in 4 Geschwindigkeiten von dem Arbeitsplatz der Helferin erstellt. Unabhängig von unterschiedlich zahnärztlichen Tätigkeiten wurden mehrere Helferinnen bei der sitzenden Behandlungsweise gefilmt und fotografiert. Aufgenommen wurde der Arbeitsplatz aus verschiedenen Richtungen mit 3, 18, 24 und 64 Bilder pro Sekunde. Die Zeitrafferaufnahmen dienten zur Ermittlung der Haltung über längere Behandlungszeiträume. Zur Analyse der Bewegungsabläufe wurden Aufnahmen in Normalgeschwindigkeit und Zeitdehnungsaufnahmen herangezogen. Zur besseren Orientierung auf dem Filmbild wurden der linke und rechte Handrücken, beide Schultern und die Wirbelsäule mit Punkten markiert.

Ausgewertet wurden die Einzelbilder auf einem Lytax-Filmanalysengerät. In 48 Einzelzeichnungen wurden unterschiedliche Arbeitsgänge der Helferin, ihre dabei eingenommene Körperhaltung, sowie die dabei entstehenden Bewegungszyklen festgehalten. Bewußt zeigen die Skizzen Extremstellungen und Psoitionen, die zum Verständnis eines Arbeitsvorganges beitragen. Daher wurden auch Zwischenphasen nicht beachtet, um die Belastungsschwerpunkte aufzuzeigen.

Auf die Ermittlung einzelner Zykluszeiten, die eventuell als Vorgabezeiten (vgl. Akkordarbeiten) Verwendung finden könnten, wurde bewußt verzichtet, da diese Zeiten gegenüber der Gesamtzeit eines Behandlungsablaufs vernachlässigt werden können.

3. Elementarzeitverfahren - Work Factor

Die einzelnen Arbeitsgänge wurden nach einem Elementarzeitverfahren, dem Work Factor-System, aufgeschlüsselt. Zusammen mit den Werten aus der Zeitstudie wurde die durchschnittliche prozentuale Häufigkeit bestimmter Tätigkeitsanteile z. B. stati-

sche Haltearbeit ermittelt. Kritische Phasen, die gehäuft auftreten und die über eine längere Zeit für die Helferin eine Belastung darstellen könnten, wurden verdeutlicht.

c) Erklärungen zum Elementarzeitverfahren Work Factor

Gliederung eines Arbeitsvorganges:

Der Arbeitsvorgang kann in Teilvorgänge zerlegt werden. Sind die Teilvorgänge jeweils in sich abgeschlossene und nicht mehr teilbare Verrichtungen, so bezeichnet man sie als A r b e i t s s t u f e n . Gründe für die Unterteilung von Arbeitsvorgängen in Teilvorgänge und Arbeitsstufen können u. a. sein:

1. Erfassen unterschiedlicher Arbeitsschwere von Teilvorgängen zum Zwecke der Arbeitserleichterung durch Arbeitsverbesserung oder des Festlegens von Erholungszeiten.
2. Erkennen von Beziehungen oder Änderungen im Zusammenspiel von Arbeitspersonen, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand.
3. Feststellen von Unterschieden in der Arbeitsmethode oder Arbeitsweise verschiedener Arbeitspersonen.

A r b e i t s e l e m e n t e sind Teile einer Arbeitsstufe und lassen sich im Arbeitsablauf nicht weiter untergliedern, wohl aber abgegrenzt beschreiben und ihre Vollzugszeit mit Hilfe des Filmes oder sonstiger Verfahren messen oder berechnen. Arbeitselemente, die vom Menschen ausgeführt werden, nennt man B e w e g u n g s e l e m e n t e z. B. Hinlangen, Greifen usw.

Das Work Factor-System hat zusammen mit den arbeitsphysiologischen und arbeitspsychologischen Erkenntnissen eine besondere Bedeutung bei der Arbeitsplatzgestaltung erlangt. Seine Anwendung führt zu einer analytischen Aufgliederung des Arbeitsvorganges in Elementarbewegungen. Bei der Analyse ergeben sich wertvolle Anregungen zur Gestaltung einer optimalen Arbeitsmethode.

Funktionelle Morphologie menschlicher Bewegungen
(nach WF-Verfahren)

	Standardelemente					
1	Hinlangen	Hi				
2	Transportieren	Tp			Kontaktgriff	GrK
					Zufassungsgriff	GrZ
			Einfaches Greifen		Umfassungsgriff	GrU
3	Greifen	Gr	Mehrfaches Greifen		Schiebegriff	GrS
			Kompliziertes Greifen		Ankantgriff	GrA
					Trennungsgriff	GrT
4	Vorrichten	Vr				
					Elemente des Fügens:	
5	Fügen		Montieren	Mt	Tasten	Ts
			Anlegen	An	Aufrichten	Ar
					Drehen	Dr
					Einstecken	Es
6	Demontieren	Dt	Umkehrung des Fügens		In Endlage bringen	Eb
			Loslassen Kontaktgriff		LK	
7	Loslassen	Ll	Loslassen Zufassungsgriff		LZ	
			Loslassen Umfassungsgriff		LU	
8	Ausführen	Af				
			Augen einstellen	Ae		
9	geistige Vorgänge		Prüfen	Pr		
			Reagieren	Rn		

Einflußgrößen auf die Zeit der Bewegungsausführung:

1. Bewegter Körperteil
2. Zurückgelegter Weg
3. Gewicht oder Widerstand

		W	
4. Bewegungsbeherrschung	Steuern	S	"Work-
	Sorgfalt	P	Factors"
	Richtungsänderung	U	(Merkmale)
	Bestimmtes Ziel	D	

3. Erläuterungen zu den einzelnen Standardelementen von WF

Zu 1:
Wird ein Körperteil, z. B. die Hand, zu einem Gegenstand oder einer bestimmten Stelle bewegt, so bezeichnet man dies als Hinlangen (Hi).

Zu 2:
Bewegt ein Körperteil, z. B. die Hand, einen Gegenstand von einer Stelle zur anderen, spricht man von Transportieren (Tp).

Zu 3:
Greifen (Gr) ist das Erfassen eines Gegenstandes mit den Fingern. Es beginnt nach dem Hinlangen und endet, wenn sich der Gegenstand in der Kontrolle der Finger oder der Hand befindet. Es wird unterschieden zwischen:

Kontaktgriff GrK: Finger, Hand, Bein oder Fuß werden gegen ein Objekt gedrückt, um es zu bewegen.

Zufassungsgriff GrZ: Ein Gegenstand wird durch die Bewegung der Finger unter Kontrolle gebracht.

Umfassungsgriff GrU: Hand und Finger müssen mehr als 3 Seiten oder mehr als 180^{o} des Umfanges eines Gegenstandes umschließen.

Wechselgriff GrW: Ein Gegenstand wird von der einen in die andere Hand übergeben. Dabei greift die eine Hand zu, während die andere den Gegenstand losläßt.

Zu 4:
Vorrichten ist das Drehen und Wenden eines Gegenstandes durch Finger- und Handbewegungen, um ihn für die nächste Arbeitsverrichtung in die richtige Lage zu bringen. Es ist dem folgenden Transportieren überlagert.

Zu 5:
Fügen beginnt nach dem Transportieren und endet, nachdem die Teile miteinander verbunden sind.

Zu 6:
Beim Demontieren werden 2 gefügte Gegenstände voneinander getrennt. Es ist eine Umkehrung des Fügens.

Zu 7:
Loslassen (LZ) wird als "Zufassung lösen" analysiert.

Zu 8:
Ausführen (Af) umfaßt die Arbeitsverrichtungen, welche sich nicht nach den Regeln des Work Factor-Systems analysieren lassen.
(Messungen mit Stoppuhr oder Film)

Einflußgrößen auf die Zeit der Bewegungsausführung

1. Der zurückgelegte Weg wird in gerader Linie zwischen Anfangs- und Endpunkt der Bewegung in cm gemessen.
2. Transportieren mit Gewichtseinfluß oder gegen einen Widerstand beansprucht mehr Zeit als ohne diese Belastung. Eine Belastung unter p kann vernachlässigt werden.
3. Die jeweils notwendige Beherrschung einer Bewegung übt den stärksten Einfluß auf die Bewegungszeit aus. Die vielfältigen Formen der Beherrschung einer Bewegung lassen sich auf 4 Arten zurückführen.
   Steuern (Richtungskontrolle)
   Sorgfalt (Präzision, Vorrichten)
   Richtungsänderung (Umweg)
   Bestimmtes Ziel

d) Auswertung

1. Zeitstudie

Bei den innerhalb einer Woche ganztags gezählten Griffwegen der Helferin wurde keine Differenzierung zwischen den Griffwegen der rechten und linken Hand vorgenommen.
Die Häufigkeit der einzelnen Griffwege zu den wichtigsten Einzelelementen gibt die Abb. in Prozentzahlen wieder. Von der Helferin wird der Traytisch über dem Patienten mit 29,5 % am häufigsten benutzt. Mit 16,3 % stehen die Absaugkanüle und die Ablage auf dem Twinset an zweiter Stelle. Es folgen die oberen Instrumentenfächer des Twinset auf der Helferinseite mit 13,2 %, die Luft-Wasser-Spritze mit 10,8 %, die unteren Schubfächer des Instrumentenschrankes mit 10,2 % und schließlich die oberen und unteren Schubfächer auf der Zahnarztseite des Twinset mit 1,2 und 2,4 %. Die errechneten Prozentzahlen sind Mittelwerte aus Untersuchungen, die an vier gleichartig eingerichteten Behandlungsplätzen gewonnen wurden.

2. Darstellung der Arbeitsgänge

Untersuchungen am Arbeitsplatz nach dem Basiskonzept 1

Teilvorgang 1: Abb. AS 1-AS 5 — Herausziehen des Absaugschlauches mit der rechten Hand und Führung der Kanüle bis zum Mund des Patienten. Endhaltung = Absaugvorgang (ventrale Ansicht).

Teilvorgang 2: Abb. AS 6-AS 9 — Herausziehen des Absaugschlauches und Führung der Kanüle bis zum Mund. Endhaltung = Absaugvorgang (dorsale Ansicht).

Teilvorgang 3: Abb. AS 10-AS 13 — Zurückführen des Absaugschlauches in die Ausgangsstellung (ventrale Ansicht).

Teilvorgang 4: Abb. AS 14-AS 17 — Zurückführen des Absaugschlauches in die Ausgangsstellung (dorsale Ansicht).

Einzelposition: Abb. AS 18 — Extreme Stellung beim Herausziehen der Absaugkanüle.

Untersuchungen am Arbeitsplatz nach dem Basiskonzept 2

Teilvorgang 5: Führung der Absaugkanüle von der Halterung
AS 1-AS bis zum Patientenmund (ventrale Ansicht).

Teilvorgang 6: Führung der Absaugkanüle von der Halterung
Abb. SAS 1-SAS 5 bis zum Patientenmund unter Hinzunahme der Luft-Wasser-Spritze (ventrale Ansicht).

Arbeitsplatzuntersuchungen nach dem Basiskonzept 1

Bewegungszyklus 1: zeigt den Arbeitsvorgang Absaugen und
Abb. BK 1 entspricht dem Teilvorgang 1.

Bewegungszyklus 2: zeigt den Arbeitsvorgang Absaugen und
Abb. BK 2 entspricht dem Teilvorgang 4.

Arbeitsplatzuntersuchungen nach dem Basiskonzept 2

Bewegungszyklus 3: zeigt den Arbeitsvorgang Absaugen und
Abb. BK 3 entspricht dem Teilvorgang 5.

Bewegungszyklus 4: zeigt den Arbeitsvorgang Absaugen "Rückführung der Kanüle".

Arbeitsplatzuntersuchungen nach dem Basiskonzept 1

Teilvorgang 7: Instrumentenentnahme aus der untersten
Abb. IE 1-IE 4 Schublade des Twinset auf der Helferinseite (dorsale Ansicht).

Teilvorgang 8: Instrumentenentnahme aus der obersten
Abb. IE 5-IE 7 Schublade des Twinset auf der Zahnarztseite (dorsale Ansicht).

Teilvorgang 9: Instrumentenentnahme aus der obersten
Abb. IE 8-IE 11 Schublade des Twinset auf der Helferinnenseite (ventrale Ansicht).

Bewegungszyklus 5: zeigt die Instrumentenentnahme aus dem
Abb. BK 5, BK 6 oberen Schubfach des Twinset und entspricht dem Teilvorgang 9.

3. Beschreibung und Erläuterungen der Teilvorgänge

Die im Beschreibungstext in Klammern eingefügten Buchstaben sind Abkürzungen der Standardelemente aus dem Work Factor-System.

Teilvorgang 1: (Herausziehen des Absaugschlauches mit der rechten Hand und Führung der Kanüle bis zum Mund des Patienten (ventrale Ansicht)).

Abb. AS 1: Die Helferin dreht sich nach links und greift mit der rechten Hand nach der Absaugkanüle (Hi). Der kleine Finger liegt an der Kanülenschlauchgrenze, der Daumen zeigt zum Kanülenanfang (GrK).

Abb. AS 2: Die Kanüle wird aus der Halterung gezogen und über die Körpermitte nach rechts außen geführt (Tp 1), unterstützt wird dieser Vorgang durch eine Körperdrehung nach rechts. Die linke Hand wird entweder in den Vorgang nicht mit einbezogen oder sie unterstützt diesen Vorgang, indem sie nahe der Halterung am Schlauch nachgreift. Der Abrollvorgang kommt zum Stillstand, wenn der rechte Arm fast vollständig gestreckt in Kopfhöhe stehenbleibt. Der Absaugschlauch rastet ein.

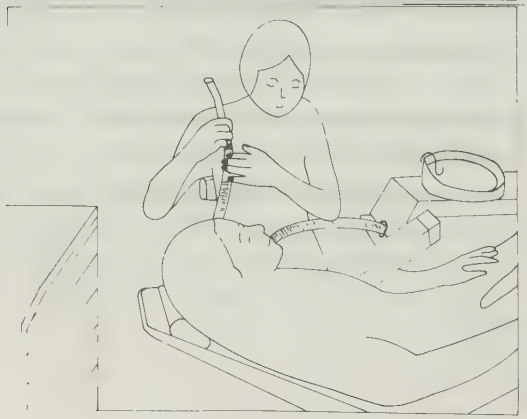
Abb. AS 3: Die rechte Hand führt die Kanüle zur Körpermitte (Tp 2). Hier übernimmt die linke Hand kurz die Kanüle, während die rechte Hand umgreift (GrW).

Abb. AS 4: Die Kanüle wird wieder in die rechte Hand übergeben. Der kleine Finger zeigt jetzt in Richtung Kanülenöffnung. Die rechte Hand führt die Kanüle zum Mund des Patienten (Tp 3).

Abb. AS 5: Der eigentliche Absaugvorgang beginnt (Mt).

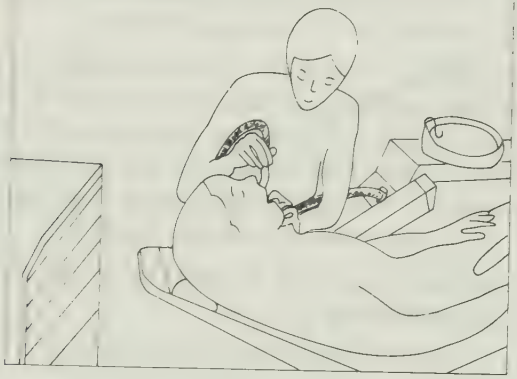
AS 1

AS 2



AS 3

AS 4



AS 5

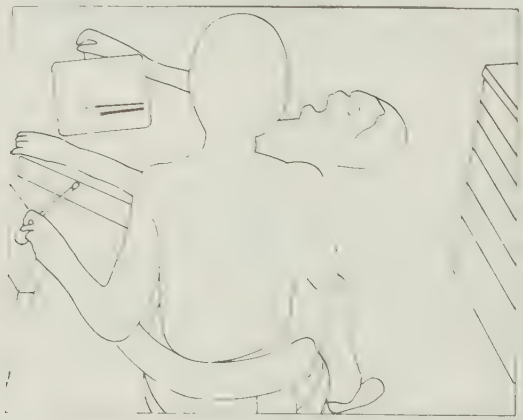
Teilvorgang 2: (Herausziehen des Absaugschlauches und Führung der Kanüle bis zum Mund des Patienten (dorsale Ansicht).)

Abb. AS 6: Die Helferin dreht sich leicht nach links und greift mit der linken Hand nach der Absaugkanüle (Hi). Sie umfaßt diese mit allen vier Fingern. Der kleine Finger kommt an der Kanülen-Schlauchgrenze zum Liegen. Der Daumen zeigt in Richtung Kanülenöffnung (GrK).

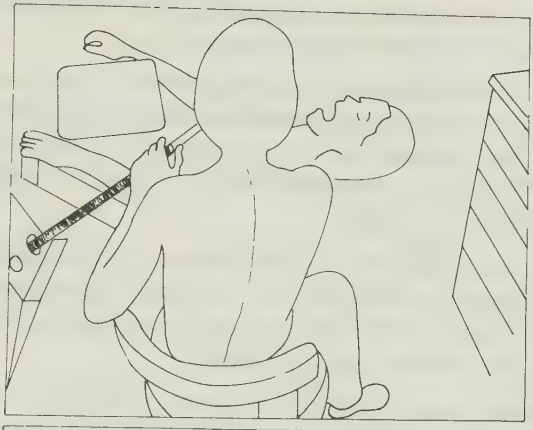
Abb. AS 7: Die Kanüle wird aus der Halterung gezogen und zur Körpermitte geführt (Tp 1), wo sie in die rechte Hand übergeben wird (GrW). Unterstützt wird dieser Vorgang durch eine Körperdrehung nach rechts zurück in die Ausgangsstellung.

Abb. AS 8: Die rechte Hand setzt den Abrollvorgang fort. Die linke Hand unterstützt diesen Vorgang und greift nahe der Halterung nach dem Schlauch und zieht ihn in Richtung Kanülenanfang. Der Abrollvorgang wird beendet, wenn die rechte Hand fast ausgestreckt in Kopfhöhe zum Halten kommt.

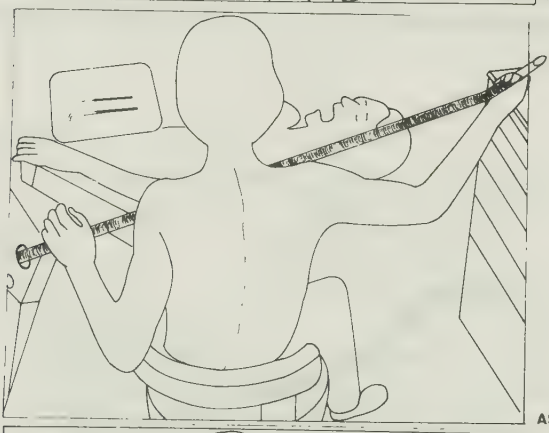
Abb. AS 9: Die Endphase zeigt die Körperhaltung der Helferin beim Absaugvorgang (Af).



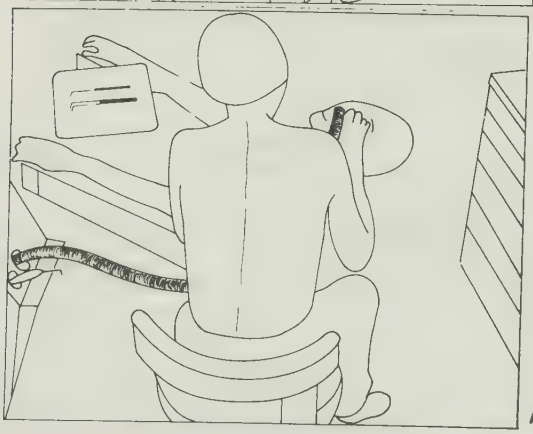
AS 6



AS 7



AS 8



AS 9

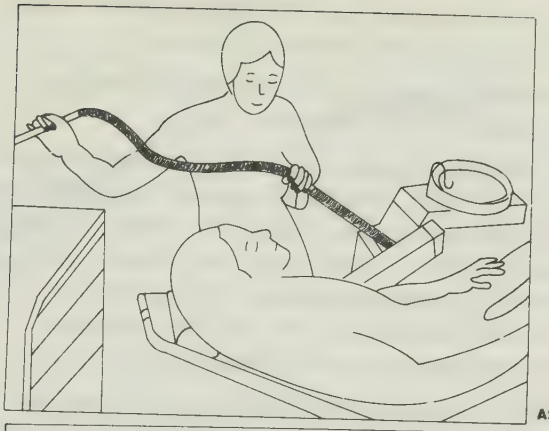
Teilvorgang 3: (Zurückführen des Absaugschlauches in die Ausgangsstellung (ventrale Ansicht).)

Abb. AS 10: Bei der Rückführung der Absaugkanüle nach Beendigung des Absaugvorganges entfernt die Helferin mit der rechten Hand die Kanüle aus dem Mund des Patienten und führt sie nach rechts außen (Tp 1).

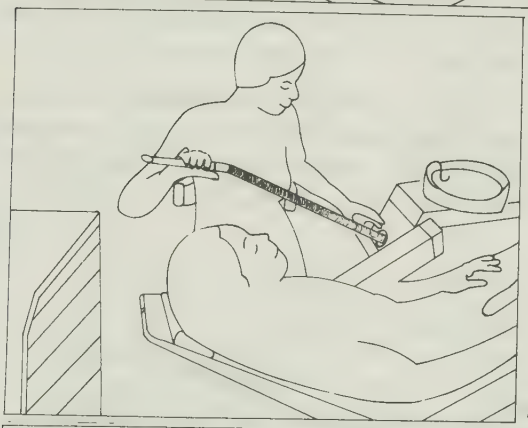
Abb. AS 11: Die linke Hand löst dabei nahe der Schlauchöffnung durch kurzen Zug am Schlauch die Arretierung, damit ein Aufrollen des Absaugschlauches auf die Trommel möglich wird.

Abb. AS 12: Während sich die Helferin nach links dreht, führt
AS 13: die rechte Hand die Kanüle bis in die Halterung (Tp 2).

AS 10



AS 11



AS12

AS 13

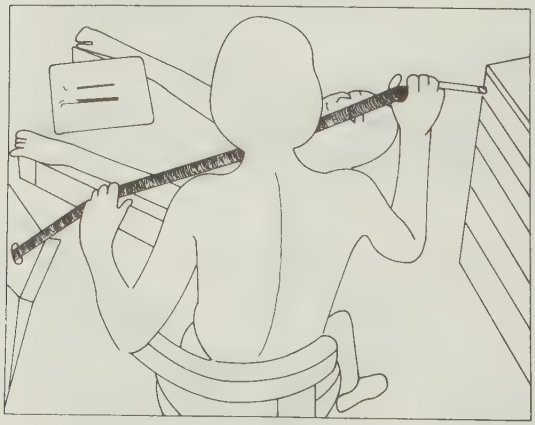
Teilvorgang 4: (Zurückführen des Absaugschlauches in die Ausgangsstellung (dorsale Ansicht).)

Abb. AS 14: Die Abbildungen zeigen die Rückführung der Absaugkanüle aus dorsaler Sicht.

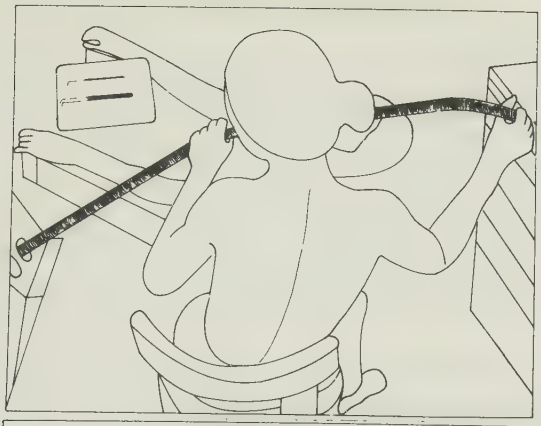
Abb. AS 15: Da die Arretierung nicht sofort gelöst werden kann, muß der rechte Arm weiter gestreckt werden, um den Schlauch auf die volle Länge auszuziehen. Der Oberkörper wird dabei nach rechts verlagert. Die linke Hand unterstützt diesen Vorgang, indem sie mehrfach nachgreift, bis der Schlauch in die Ausgangsstellung zurückgleiten kann.

Abb. AS 16: Bei der Rückführung wird die Kanüle von der
AS 17: rechten in die linke Hand übergeben, die dann die Kanüle in die Halterung steckt.

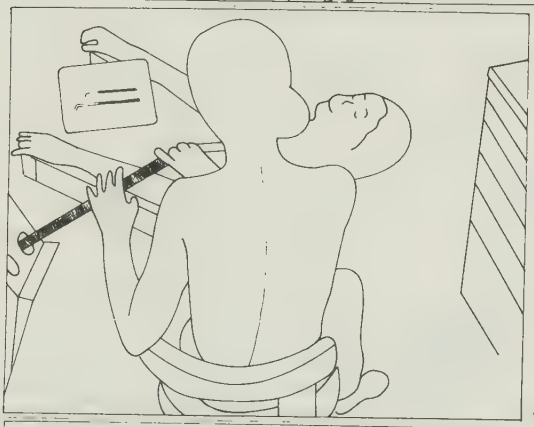
Einzelposition: Dieses Bild zeigt die Anfangsphase einer
Abb. AS 18 Kanülenentnahme mit der linken Hand. Der Oberkörper ist hierbei nach links gedreht und seitlich abgeknickt.



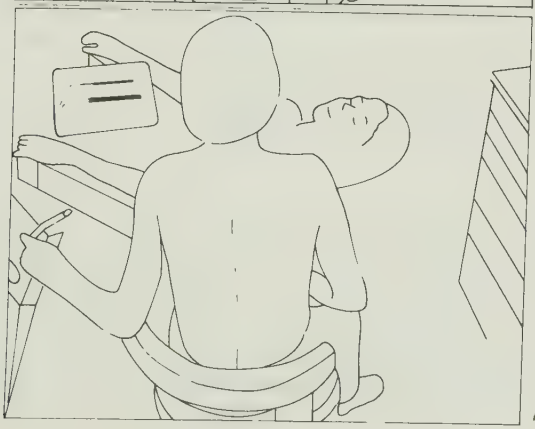
AS 14



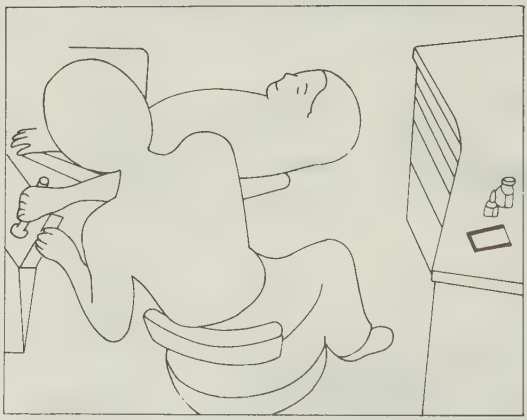
AS 15



AS 16



AS 17



AS 18

Erläuterungen zu den Teilvorgängen 1-4

Zunächst sind im System bei der Anordnung der Geräte keine Nachteile zu erkennen. Zu- und Ableitungen sind durch Rollenmechanik versenkt. Alle Elemente sind übersichtlich angeordnet und liegen innerhalb des physiologischen Greifraumes. Ein anschließender Beinraum ist vorhanden. Eine sitzende Arbeitsweise der Helferin ist möglich. Die Sitz- und Arbeitshöhe ist nicht festgelegt und kann je nach Bedarf eingestellt werden, um eine visuelle Bindung an die Arbeitsaufgabe zu ermöglichen.

Erst beim Gebrauch der Elemente zeichnen sich negative Punkte ab. Beim Herausziehen der Absaugkanüle muß die rechte Hand einen langen Weg bis weit über die rechte Schulter hinaus zurücklegen, um ein ausreichend langes Schlauchende von der Trommel abrollen zu können. Hierbei wird der physiologische Greifraum deutlich überschritten. Dabei treten bei dem an sich dynamischen Vorgang auch statische Komponenten auf. Aus den Bilderfolgen ist zu ersehen, daß auch bei der Rückführung der Absaugkanüle nach dem Gebrauch, diese negativen Phasen zum zweiten Mal durchlaufen werden.

Um der rechten Hand das Umdrehen der Kanüle zu ermöglichen, damit sie in Bereitschaftsstellung gebracht werden kann, muß die Kanüle kurz in die linke Hand übergeben werden. Das Umgreifen wirkt im Sinne einer vernünftigen Bewegungsökonomie nicht belastend. Treten beim Umbiegen des Absaugschlauches, um ihn in die richtige Position zu bringen, gewisse Kräfte auf, kann sich dieser Vorgang belastend auswirken. Den Versuch, das Umgreifen zu vermeiden, sollte man bei einer korrektiven Gestaltungsmaßnahme zum Zwecke der Rationalisierung in Erwägung ziehen.

Bei der eigentlichen Arbeitsausführung, "dem Absaugen", wird die rechte Körperhälfte überlastet. Der Oberkörper ist gestreckt und geneigt. Wird der ausführende Arm nicht oder nur leicht unterstützt, ist dieser Arbeitsvorgang wesentlich durch eine statische Arbeit bestimmt. Die Schulter- und Halsmuskulatur wird durch Haltearbeit angespannt.

Die Möglichkeit, die am Arbeitssessel der Helferin befestigte schwenkbare Armlehne zur Unterstützung der Arme bei Halteaufgaben einzusetzen, kann nicht als eine befriedigende Lösung angesehen werden. Die zu schmal gestaltete Lehne bietet als Abstützung für die Arme keine ausreichende Auflagefläche. Auch ist eine notwendige individuelle Höhenverstellung nicht möglich.

Die Frage nach einer außerordentlichen Belastung beim Absaugvorgang einschließlich Transport der Kanüle kann hier noch nicht geklärt werden und wird in einem späteren Abschnitt behandelt.

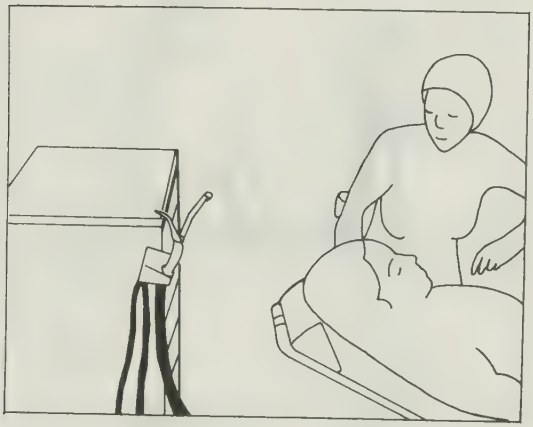
Teilvorgang 5: (Führung der Absaugkanüle von der Halterung bis zum Patientenmund - ventrale Ansicht)

Abb. as 1: Aus der Ruhestellung greift die Helferin mit
as 2: der rechten Hand nach der Absaugkanüle (Hi) und umfaßt sie mit allen vier Fingern. Der Daumen zeigt dabei zur Kanülenöffnung (GrU). Die rechte Hand führt die Kanüle zur Körpermitte (TP 1).

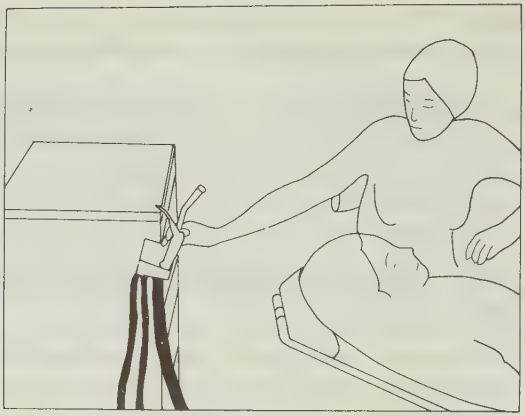
Abb. as 3: Hier findet eine Obergabe in die linke Hand statt (GrW).

Abb. as 4: Die rechte Hand greift um, übernimmt die Kanüle
as 5: wieder in Schreibfederhaltung und führt sie zum Patientenmund (Tp 2) (Mt).

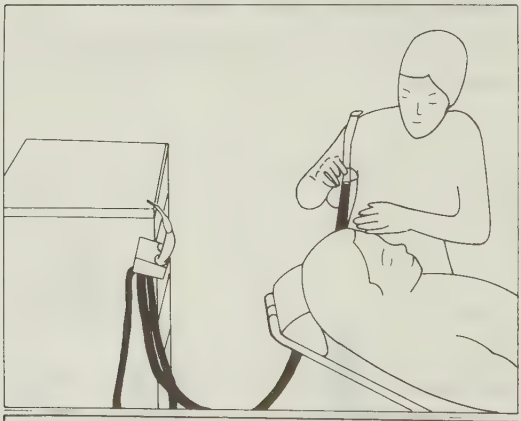
Abb. as 6: Das letzte Bild zeigt den eigentlichen Absaugvorgang.



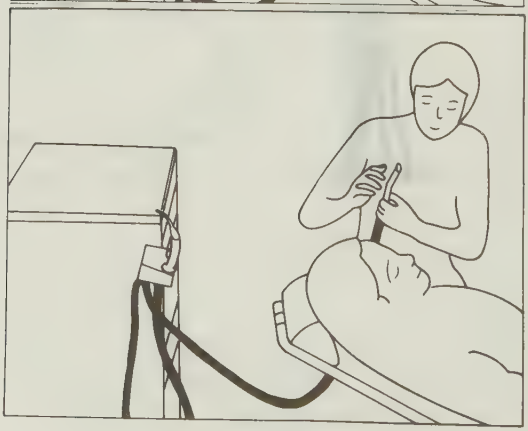
as 1



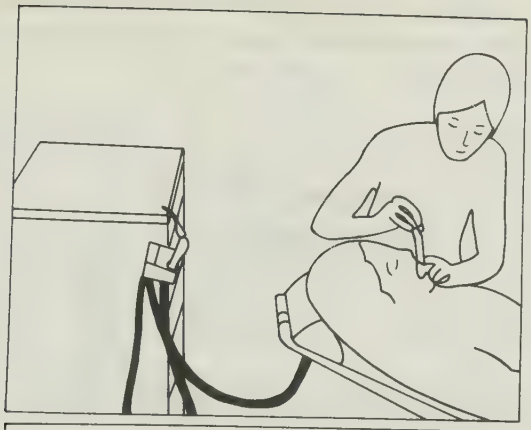
as 2



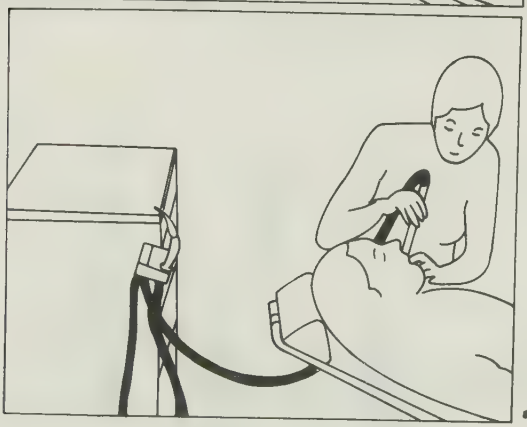
as 3



as 4



as 5



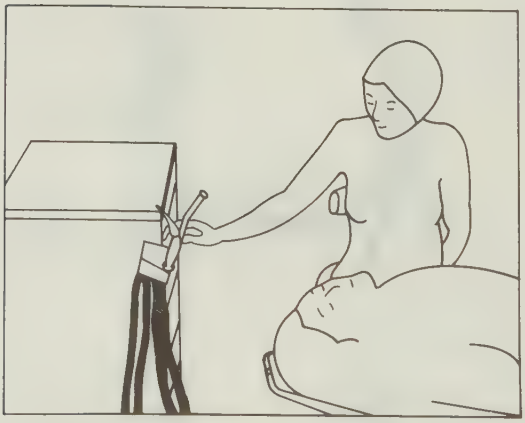
as 6

Teilvorgang 6: (Führung der Absaugkanüle von der Halterung bis zum Patientenmund unter Hinzunahme der Luft-Wasser-Spritze - ventrale Ansicht)

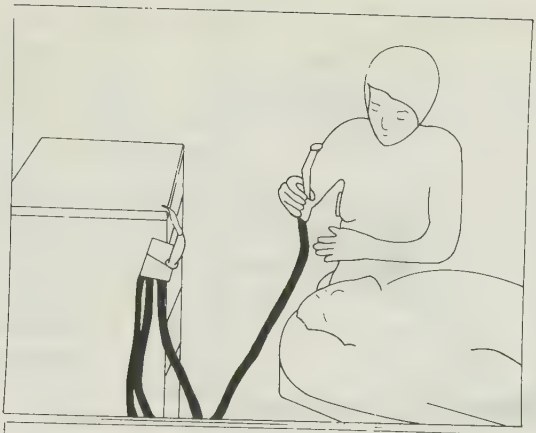
Abb. sas 1: Die Kanüle wird wieder mit der rechten Hand aus
sas 2: der Halterung genommen. Zur Körpermitte geführt
sas 3: und in die linke Hand übergeben.

Abb. sas 4: Nach dem Umgreifen behält die Helferin die Kanüle in der rechten Hand und greift mit der linken Hand nach der Luft-Wasser-Spritze. Unterstützend wirkt hierbei eine Körperdrehung nach rechts.

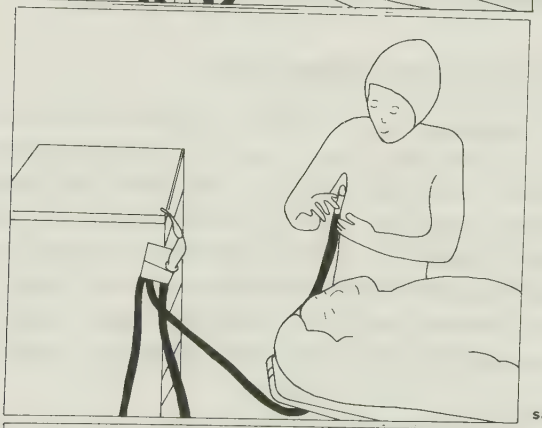
Abb. sas 5: Die Helferin dreht sich in die Ausgangsstellung zurück und bringt Kanüle und Luft-Wasser-Spritze in Bereitschaftsstellung.



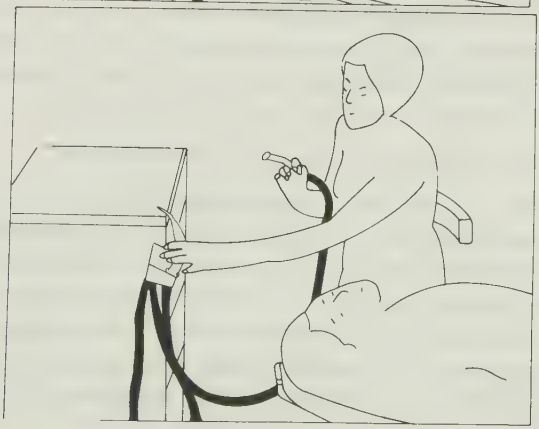
sas 1



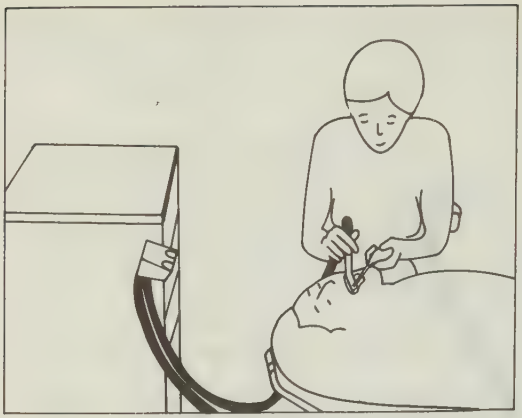
sas 2



sas 3



sas 4



sss 5

Erläuterungen zu den Teilvorgängen 5 und 6

In diesem Gestaltungssystem, bei dem die Bedienteile rechts von der Helferin aufgestellt sind, sind bei der Anordnung der Geräte zunächst keine Nachteile zu erkennen. Die Elemente sind übersichtlich angeordnet und liegen innerhalb des physiologischen Greifraumes. Als optisch störend könnten die freihängenden Zu- und Ableitungen angesehen werden. Die Aussagen über den Beinraum, über Sitz- und Arbeitshöhe sowie Arbeitsweise sind bereits bei den Teilvorgängen 1-4 abgehandelt.

Beim Gebrauch der Absaugkanüle hat die rechte Hand der Helferin von der Halterung bis zum Patientenmund einen relativ kurzen Weg zurückzulegen. Hierbei handelt es sich um einen rein dynamischen Vorgang, frei von statischen Anteilen.

Der physiologische Greifraum wird nicht überschritten.

Um die Kanüle aber in eine für den Absaugvorgang richtige Position zu bringen, muß die linke Hand die Kanüle übernehmen, um der rechten ein Umgreifen zu ermöglichen. Die Phase des kurzzeitigen Übergebens der Kanüle zum Zwecke einer Richtungsänderung wirkt sich auf die Helferin kaum belastend aus, behindert aber den Arbeitsfluß. Besonders deutlich wirkt sich diese Behinderung aus, wenn neben der Absaugkanüle das

Spray-Handstück benötigt wird. Hier greift die Helferin zunächst mit der rechten Hand zur Absaugkanüle, führt sie zum Körper, greift mit Unterstützung der linken Hand um und nimmt anschließend mit der linken Hand das Spray-Handstück aus der Halterung.

Zum Zwecke eines ungestörten Bewegungsablaufes könnte das Umgreifen durch eine günstigere Lage der Kanüle in der Halterung vermieden werden.
Am eigentlichen Absaugvorgang ändert sich gegenüber den links aufgestellten Geräten, wie bereits in den Teilvorgängen 1-4 dargelegt, nichts.

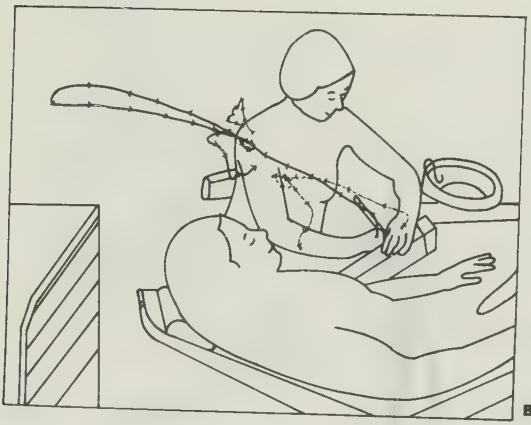
Bewegungszyklus 1-4

Die Kurven BK 1-BK 4 zeigen noch einmal den vollständigen Bewegungsablauf bei der Entnahme und dem Rücktransport der Absaugkanüle durch die Helferin an links und rechts aufgestellten Geräten mit Rollenmechanik und freihängenden Schläuchen. Die durchgezogene Linie gibt dabei die Bewegung der rechten Hand, die gestrichelte Linie die Bewegung der linken Hand, und die punktierte Linie den Verlauf der rechten Schulter an.

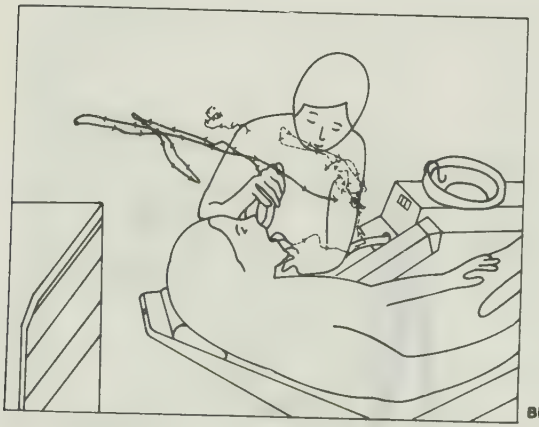
Die Bewegungskurven BK 1 und BK 2 zeigen deutlich die zu langen und umständlichen Griffwege, die zum Teil auf die hier unzweckmäßig gewählte Rollenmechanik zurückzuführen sind.
Besonders kommen die Nachteile dieses Systems in den verwirrenden Kurven der linken und rechten Hand bei der Rückführung der Kanüle in der Abbildung BK 2 zum Ausdruck.

Wie bereits in dem Teilvorgang 4 beschrieben wurde, muß, da die Arretierung der Trommel nicht sofort ausrastet, die linke Hand mehrfach nachgreifen und die rechte Hand den Schlauch bis auf die volle Länge ausziehen.

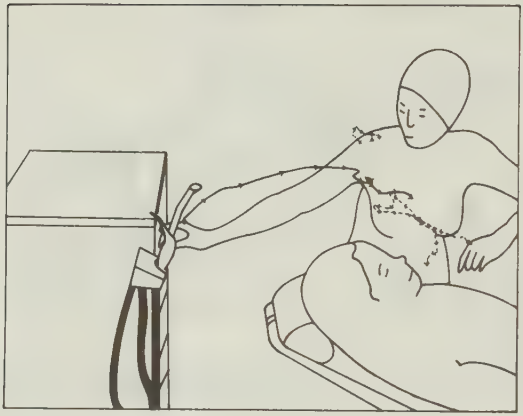
Viel günstiger verläuft dagegen die Kurve bei den rechtsaufgestellten Geräten mit freihängenden Zu- und Ableitungen, wie die Abbildungen BK 3 und BK 4 zeigen.



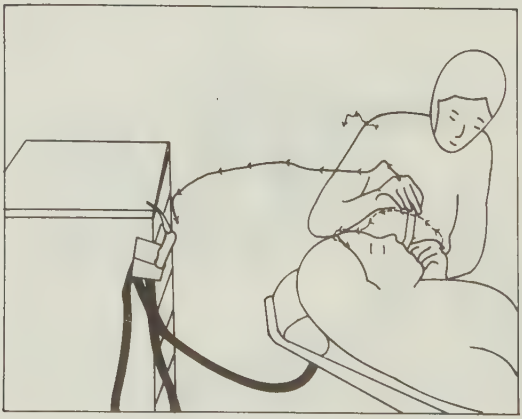
BK 1



BK 2



BK 3



BK 4

Teilvorgang 7: (Instrumentenentnahme aus der untersten Schublade des Twinset auf der Helferinseite - dorsale Ansicht)

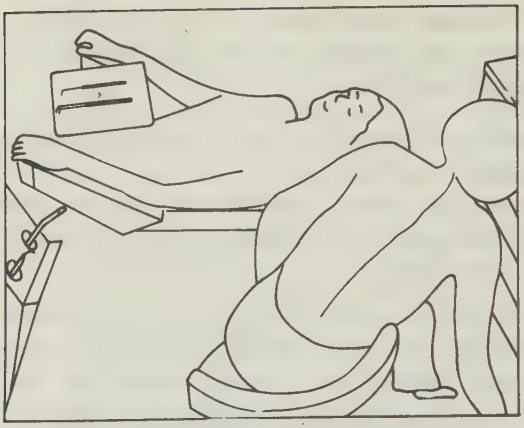
Abb. IE 1: Die Helferin dreht den Kopf in Richtung der zu öffnenden Schublade.

IE 2: Während sie mit der rechten Hand nach der Lade greift (Hi), knickt der Oberkörper dabei stark nach rechts ab.

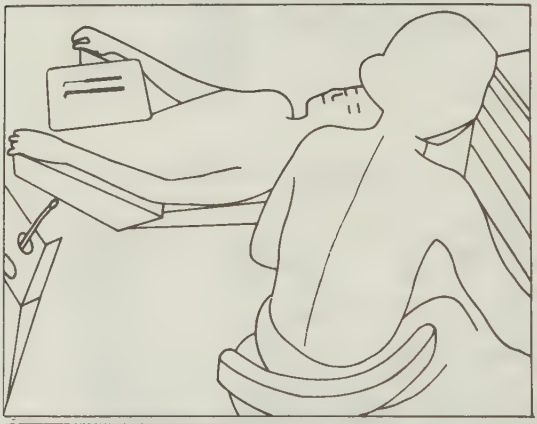
IE 3: Sie öffnet die Schublade (GrZ, TP 1), entnimmt

IE 4: einen Gegenstand (GrZ, TP 2) und richtet ihren Oberkörper wieder auf. Der Oberkörper ist bis zur Ablage des Gegenstandes auf die Oberseite des Twinset nach rechts gedreht.

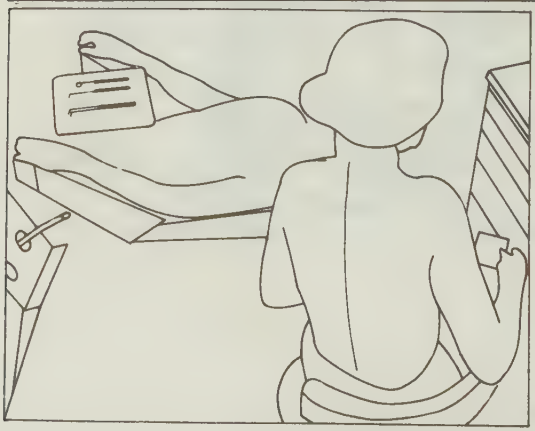
IE 1



IE 2



IE 3

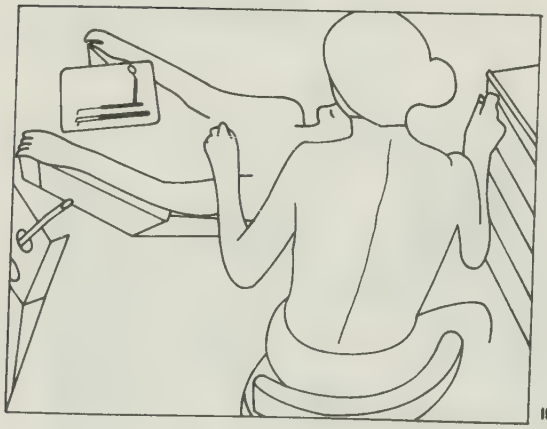


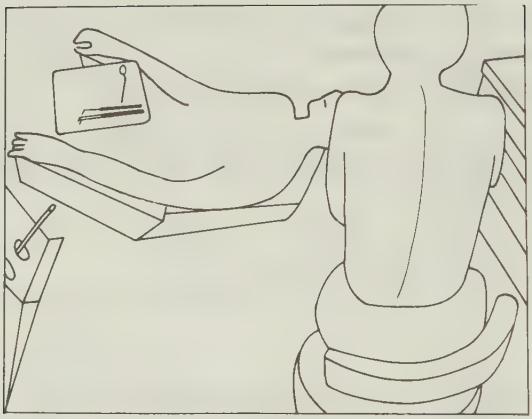
IE 4

Teilvorgang 8: (Instrumentenentnahme aus der obersten Schublade des Twinset auf der Zahnarztseite - dorsale Ansicht)

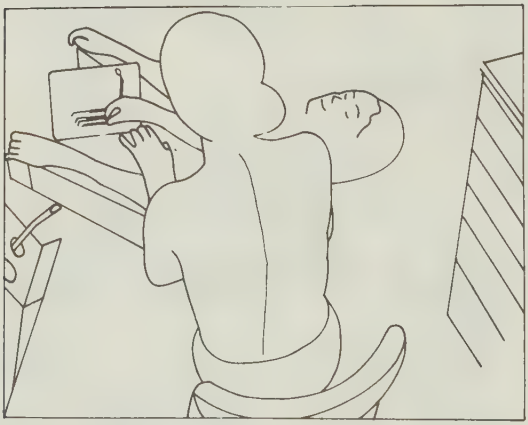
Abb. IE 5: Die Helferin beugt den Oberkörper nach rechts
IE 6: vorne und entnimmt mit der rechten Hand ein In-
IE 7: strument aus der obersten Schublade.

Anschließend dreht sie den Oberkörper nach links und legt das Instrument mit der rechten Hand auf den Traytisch.





IE 6



IE 7

Teilvorgang 9: (Instrumentenentnahme aus der obersten Schublade des Twinset auf der Helferinseite - ventrale Ansicht)

Abb. IE 8: In einer entspannten Haltung greift die Helferin
IE 9: mit der rechten Hand zu der oberen Schublade, öffnet sie, entnimmt Spiegel, Pinzette und legt die Instrumente auf dem Traytisch ab.
Dabei dreht sie den Oberkörper leicht nach links.
IE 10: Danach schließt sie die Schublade und nimmt ihre
IE 11: Ausgangsstellung wieder ein.

IE 8

IE 9

IE 10

IE 11

Erläuterungen zu den Teilvorgängen 7-9

Bei der Entnahme eines Gegenstandes aus einer unteren Schublade des Instrumentenschrankes muß die Helferin die normale aufrechte Sitzhaltung verlassen. Da sich der zu entnehmende Gegenstand nicht mehr im physiologischen Greifraum befindet, wird durch die Art der Arbeitsaufgabe eine ungünstige Körperhaltung erzwungen. Die gesamte Rumpfhaltung wird verändert. Die Rückenmuskulatur hat während der gebeugten Stellung des Oberkörpers Haltearbeit zu verrichten. Wenn aus Platzmangel auf die unteren Schubladen nicht verzichtet werden kann, so sollten dort nur Gegenstände gelagert werden, die wenig gebraucht werden. Häufig benutzte Materialien wie z. B. Phosphatzement, provisorische Verschlußmittel usw. sind hier sicherlich fehl am Platz. Die Materialien sollten nach Art, Wichtigkeit und Häufigkeit ihrer Benutzung geordnet sein.

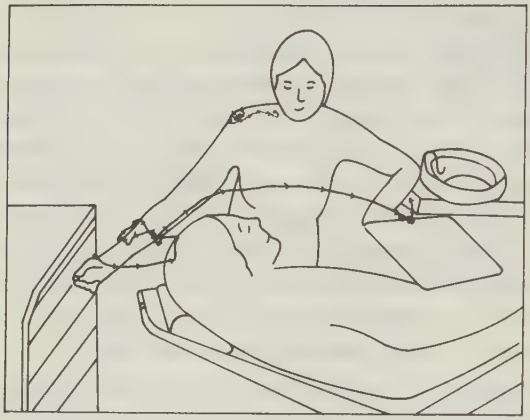
Ungünstig zu erreichen sind auch die Schubladen auf der Zahnarztseite des Twinset. Sie liegen für die Helferin außerhalb ihres physiologischen Greifraumes. Bei der Entnahme von Instrumenten muß hierbei der Standort des Sessels geändert werden, der Oberkörper wird weit nach vorne verlagert und der rechte Arm gestreckt. Auch hier treten im Bewegungsablauf statische Komponenten auf.

Bei der Entnahme eines Instrumentes aus der oberen Schublade des Twinset auf der Helferinseite erfolgt der Bewegungsablauf rationell, ohne großen Aufwand. Die Helferin führt nur eine geringe Drehung nach rechts aus, um die Blickrichtung zu ändern.

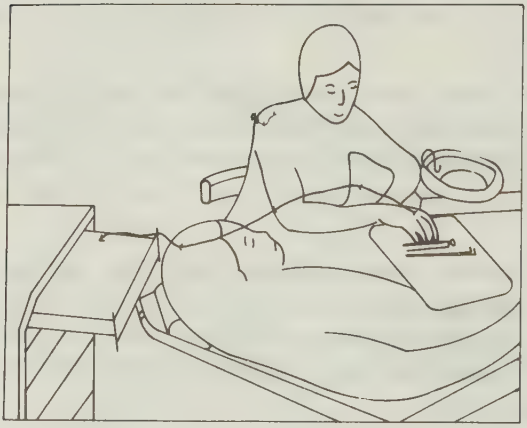
Die Instrumente werden ohne zu zögern gegriffen und zum Traytisch geführt. Während des ganzen Arbeitsablaufes sitzt die Helferin in entspannter Haltung und stützt sich mit dem linken Ellenbogen auf dem Helferinteil der Behandlungseinheit ab.

Bewegungszyklus 5

In den Abbildungen BK 5 und BK 6 werden noch einmal die kurzen harmonisch verlaufenden Bewegungen der rechten Hand, die bei der Entnahme von Instrumenten aus einer oberen Schublade des Twinset nötig werden, deutlich aufgezeigt.



BK 5



BK 6

Zeitanalysen nach dem Work Factor-System

I. Absaugen Teilvorgang 1-4

	Weg in cm	Gewicht in kg	Bewegungs-beherrsch.	Muskelarbeit statisch	dyn.	+ Zeit in sec.	+ % des Arbeitstages
Hi	40		1	-	+		
GrU				-	+		
Tp 1	140	2,3		+	+	5	1
Tp 2	100			-	+		
GrW				-	+		
Tp 3	40			-	+		
Mt			2	(+)	+		
Af			3	+	-	90	16
Dt			2	(+)	+		
Tp 5	100	1,6		+	+	4	1
Tp 6	140			-	+		
LU				-	+		
	560					99	18

II. Instrumentenentnahme - oberes Schubfach Teilvorgang 8, 9

Hi	40	0	1	-	+		
GrZ		0	-	-	+		
Tp 1	25	0	-	-	+	7	2,8
Hi	10	0	2	-	+		
GrZ		0	-	-	+		
Tp 2	90	0	-	-	+		
LU		0	-	-	+		
	165						

III. Instrumentenentnahme - unteres Schubfach, Teilvorgang 7

Hi	80	0	1	+	+		
GrZ		0	-	-	+		
Tp 1	25	0	-	+	+		
Hi	15	0	2	+	+	8	3
GrZ		0	-	-	+		
Tp 2	90	0	-	(+)	+		
LZ	(140)	0	-	-	+		
	210 (260)						

Die in Klammern angegebenen Werte beziehen sich auf den Transportweg, Schublade —— Traytisch.

Abbildung WF 1 zeigt die Analyse der Arbeitsphasen eines Absaugvorganges an rechts aufgestellten Geräten mit versenktem Absaugschlauch. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die reine Behandlungszeit pro Arbeitstag.
Aus den Tabellen nach dem Work Factor-System geht hervor, daß der Arbeitsvorgang Absaugen (Ausführung) prozentual den höchsten Anteil der manuellen Verrichtung der Helferin ausmacht.

Der Absaugvorgang betrug bei 50 Entnahmen der Kanüle 75 Minuten, pro Entnahme durchschnittlich 90 Sekunden. Wie aus den Abbildungen der Teilvorgänge deutlich wird, erfordert die Arbeitsaufgabe von der Helferin eine leicht vorgebeugte Haltung mit ventral gekrümmter Hals- und Lendenwirbelsäule. Während des Absaugens muß die ca. 300 Gramm schwere Kanüle gegen Lippen-, Wangen- und Zungendruck gehalten werden. Eine individuelle Schwankungsbreite und Meßungenauigkeit lassen keine exakten Angaben über den zu messenden Krafteinfluß zu. Der angenommene Wert liegt zwischen 2 und 4 Kilopond.

Da es sich beim gesamten Absaugvorgang fast ausschließlich um statische Arbeit handelt und die Zeitanteile mit 16 % pro Arbeitstag relativ hoch sind, sollte bei der Betrachtung des Systems dieser Punkt besonders berücksichtigt werden.

Bei dem prozentualen Anteil der Teilvorgänge 1-3, Hin- und Rücktransport der Kanüle mit 2 % pro Arbeitstag, kann zunächst kaum von einer zu hohen Belastung gesprochen werden. Der Weg, den die rechte Hand beim Transport der Kanüle zurückzulegen hat, beträgt ca. 5,60 Meter. Der physiologische Greifraum wird dabei zwei Mal überschritten. Die Kraft, die während der Entnahme der Kanüle benötigt wird, beträgt bis zu 2,3 Kilopond, wobei durch die Zunahme der Federspannung in der Aufrollmechanik das Zuggewicht von 1,2 auf 2,3 Kilopond ansteigt. Beim Rücktransport wurden zur Lösung der Arretierung bis zu 2 kp gemessen.

Dieser an sich sehr dynamische Arbeitsvorgang wird zwischen den Transportwegen TP 1 und TP 2 von rein statischen Komponenten überlagert.

Als positiv zu werten ist die Tatsache, daß die Bewegungsbe-

herrschung beim Rücktransport der Kanüle mit O anzusetzen ist. Da es sich durch den Trommelmechanismus beim Aufrollen des Schlauches um eine geführte Bewegung handelt, kann die Helferin ohne hinzusehen die Kanüle bis in die Halterung transportieren.
Da die Nachteile in diesem System offensichtlich überwiegen, sollte bei der generellen Betrachtung des Problems "Absaugen" auch dieser Punkt neu überdacht werden.

Die Abbildung WF 2 und WF 3 zeigen Analysen nach Work Factor bei der Entnahme von Instrumenten aus der unteren und oberen Schublade des Twinset auf der Helferinseite. Die Prozentzahlen beziehen sich wieder auf die reine Behandlungszeit pro Arbeitstag.
Die Instrumentenentnahme der untersten Schublade mit ihren bereits aufgezeigten Nachteilen - überschreiten des physiologischen Greifraumes, Auftreten von statischen Halteanteilen, dauert pro Arbeitsgang ca. 8 Sekunden und stellt mit 3 % pro Arbeitstag für sich allein gesehen keine Belastung dar.

Die ohnehin nicht belastende Instrumentenentnahme aus einem der oberen Schubfächer beträgt pro Arbeitsgang 7 Sekunden und ist mit 2,8 % am Arbeitstag beteiligt.

In der Summation aller Einzelbelastungen kann es jedoch zu einer Gesamtbelastung kommen, die über Jahre hinaus negative körperliche Auswirkungen zur Folge haben kann.

V. DISKUSSION

In zahlreichen Forschungsarbeiten der letzten Jahre auf zahnärztlichem Gebiet wurden die verschiedensten ergonomischen Probleme dargestellt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag bei dem Zahnarzt und seinem Arbeitsplatz. Die Thematik befaßte sich mit den psychischen und physischen Belastungen des Behandlers sowie mit Zeit- und Bewegungsstudien.

Eine Lücke bestand jedoch in vergleichbaren Untersuchungen für die Helferin und ihren Arbeitsplatz. Damit ein Arbeitssystem, hierbei handelt es sich um einen "Arzt-Helferin-Patient-Maschine-Komplex", eine optimale Gestaltung des Arbeitsprozesses gewährleistet, müssen aber alle möglichen Einflußgrößen, menschliche wie arbeitsplatzbedingte, berücksichtigt werden. Beim Suchen spezifischer Lösungen bei der Anordnung der Einzelelemente auf der Helferinseite nutzten die Ingenieure die bereits auf der Zahnarztseite des Behandlungsstuhles gesammelten Erfahrungen. Die von der Industrie angebotenen Arbeitsplätze zeigen aber, wie in dieser Arbeit zum Ausdruck kommt, daß das Konzept für die zu lösende Gestaltungsaufgabe keinen allzu großen geistigen Aufwand erfordert haben kann. Man hatte übersehen, daß die Planung und Gestaltung der menschlichen Arbeit nur gelingen kann, wenn sie unter Mithilfe der Betroffenen vorgenommen wird. Die nötigen Analysen können in Modell- und Praxisversuchen mit Nullserie durchgeführt werden. Zahnarzt und Helferin arbeiten in diesem System zum Zweck einer Zielerfüllung in gegenseitiger Abhängigkeit konstruktiv zusammen. Daher sind geistige und körperliche Belastungen sowie Bewegungen des Körpers der Arbeitspersonen von der jeweiligen, für beide jedoch unterschiedliche Arbeitsaufgabe, diktiert. So führten eine bedenkenlose Obertragung bestehender Erkenntnisse im Rahmen einer Systemgestaltung von einem Systemelement auf ein anderes bei Nichtbeachtung der von der Arbeitsperson auszuführenden Arbeitsaufgabe, zu Fehlplanungen bei der Anordnung der Geräte. Die Folgen sind unökonomische Bewegungsvorgänge der Helferin, die zu einer Überbelastung und zu einer negativen Beeinflussung des Arbeitsvorgangs führen können. R. HARNDT

stellt in seinen auf den zahnärztlichen Arbeitsplatz bezogenen Untersuchungen fest, daß es nur zwei typische Arbeitshaltungen des Zahnarztes gibt, die durch die Art der Behandlung "direkt" oder "indirekt" bestimmt werden. Da aber eine Haltung nie über eine längere Zeit eingenommen wird, sondern durch viele kurze Unterbrechungen charakterisiert ist, wird die Tätigkeit des Zahnarztes im arbeitsphysiologischen Sinn als dynamische Arbeit bezeichnet.
Pulsfrequenzuntersuchungen und Reaktionszeitmessungen aus derselben Arbeit zeigen, daß die Belastung und Ermüdung des Behandlers vorwiegend auf psychische Belastungen zurückzuführen sind. Die bei den Zahnärzten zu beobachtenden krankhaften Symptome können nach KÖRBER nicht in einer allgemeinen körperlichen Oberlastung gesehen werden, sondern sind langfristige Folgen von punktuellen Oberbelastungen einzelner Organe, die auch bei einem dynamischen Arbeitsvorgang auftreten können.

Pulsfrequenzuntersuchungen der Helferin haben gezeigt, daß sie an den Vorgängen im Patientenmund psychisch unbeteiligt ist. Nach STRUNZ wird ihre Pulzfrequenz fast ausschließlich durch Muskelarbeit beeinflußt.

Die Ergebnisse der hier vorgelegten Untersuchungen zeigen aber, daß bei dem an sich körperlich leichten Arbeitsplatz der Helferin, der Anteil statischer Arbeit um ein vielfaches höher liegt als beim Zahnarzt. Während des Absaugvorganges, für den sie pro Tag die meiste Zeit aufbringen muß, wird die Arbeitshaltung der Helferin nur von einer "direkten" Arbeitsweise bestimmt. Ein "indirektes" Arbeiten, wie es beim Zahnarzt anzutreffen ist, kennt die Helferin nicht. Über lange Zeit wird von ihr eine unveränderte Körperhaltung eingenommen, die zu einer Mehrbelastung des menschlichen Organismus führen muß. Die Höhe der Auswirkungen hängt von der Intensität der Belastung, der Einwirkungsdauer und der persönlichen Disposition ab. Aus der Betrachtung des zeitlichen Verlaufs können kurzfristig mittelfristige und langfristige Folgen entstehen.

Da dieses Arbeitssystem erst seit einigen Jahren in der Praxis erprobt wird, können über die haltungsbedingten Auswirkungen auf den Organismus der Helferin nur Vermutungen ausgesprochen werden. Endgültige Aussagen sind erst zu einem späteren Zeitpunkt zu treffen. Auf jeden Fall sollten heute schon alle unnötigen Randbelastungen wie sie durch nicht ausgereifte Arbeitsplätze für die Helferin entstehen können, durch korrektive ergonomische Gestaltungsmaßnahmen abgebaut werden. In einem langwierigen Anpassungsprozeß müssen mögliche Lösungen praktikabel gemacht werden. Denn die Arbeit soll für den Menschen allgemein nicht nur ausführbar und erträglich, sondern auch zumutbar und möglichst individuell zufriedenstellend sein. Diese Zielvorstellung kann aber nur verwirklicht werden, wenn zu den Anstrengungen in der Entwicklung und Fertigung zahnärztlicher Geräte auch die Fähigkeiten und das Wissen der Helferin hinsichtlich ergonomisch optimaler Arbeitsmethoden durch intensive Schulung weiter ausgebaut werden. Denn es hat sich auch bei diesen Arbeitsplatzanalysen gezeigt, daß nur eine begrenzte Anzahl von zahnärztlichen Helferinnen in der Lage ist, das, was Zahnarzt und Industrie ihnen abverlangen, auch voll zu erfüllen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war es, den Arbeitsplatz der Helferin für die sitzende Behandlungsweise zu untersuchen, da sich frühere Veröffentlichungen auf zahnärztlich ergonomischem Gebiet nur auf den Arbeitsplatz des Behandlers beschränkten.

Haltungs- und Bewegungsstudien der Helferin an zwei unterschiedlich ausgestatteten Arbeitsplatzkonzepten zeigten, daß bis heute keine befriedigende Lösung bei der Anordnung der Einzelelemente gefunden wurde.

Störungen des Arbeitsflusses durch unrationelle Grifftechnik und unphysiologischer Körperhaltung der Helferin waren die Folgen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch deutlich, daß eine stärkere körperliche Beanspruchung der Helferin durch die vorwiegend statisch geleistete Arbeit hervorgerufen wird. Auf mögliche Folgeerscheinungen wurde hingewiesen.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. BONSACK, Ch., Unvollständigkeiten bei den Rationalisierungsversuchen in der Dentalindustrie. Dtsch. Zahnärzte Kalender 130 (1964)

2. BDZ-KZBV, Rationelle Praxisführung. Dtsch. Ärzte Verlag (1973)

3. DÖRKEN, W., KRANKENHAGEN, H. J., Anwendung der Arbeitswissenschaft in der Praxis. Bericht über den 20. Arbeitswissenschaftlichen Kongress, Refa-Nachrichten 27 (1974)

4. FUHR, K., KIUWE, S., Erhebungen zur Ausrüstung des zahnärztlichen Behandlungsplatzes und zur zahnärztlichen Arbeit. Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 112 (1974)

5. GRANDJEAN, E., Physiologische Arbeitsgestaltung. Leitfaden der Ergonomie. Ott Verlag Thun, München 1967

6. GRANDJEAN, E., Sitting posture. Taylor + Francis Ltd., London 1969

7. HARNDT, R., Untersuchungen zur Bewertung des modernen Arbeitsplatzes. Dtsch. zahnärztl. Z. 22 (1967)

8. KIRCHNER/ROHMERT, Ergonomische Leitregeln zur menschengerechten Arbeitsgestaltung. Carl Hauser-Verlag, München-Wien 1974

9. KANTOROWICZ, A., Handwörterbuch der gesamten Zahnheilkunde Band I. Joh. Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1929

10. KILPATRICK, H. C., Work Simplification in dental Practice. W. A. Saunders Company, Philadelphia 1964

11. KIMMEL, K., Arbeitssysteme in der zahnärztlichen Praxis. Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 94 (1974)

12. KIMMEL, K., Rationelle Methoden in der zahnärztlichen Praxis. Verlag 'Die Quintessenz', Berlin 1970

13. LEHMANN, G., Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin
Band I, Arbeitsphysiologie.
Urban und Schwarzenberg,
Berlin-München-Wien 1961

14. KÖRBER, E., Ober die Arbeitshaltung des Zahnarztes.
Dtsch. Zahnärztekalender 226 (1961)

15. LAZARUS, M., Fehlerhafte Körperhaltung als Ursachen von Berufskrankheiten.
Zahnärztl. Welt 9/452 (1954)

16. MATTHIAS, H., Die Arbeitshaltung des Zahnarztes und ihre Auswirkungen auf den Haltungs- und Bewegungsapparat.
Dtsch. Zahnärztebl. 18, 247 (1964)

17. ROHMERT, W., JENIK, P., Maximalkräfte von Frauen im Bewegungsraum der Arme und Beine.
Schriftliche Arbeitswissenschaft und Praxis 22/1972, Beuth-Vertrieb GmbH

18. ROHMERT, W., HETTINGER, Th., Arbeitsgestaltung und Muskelermüdung.
Beuth-Vertrieb GmbH, Frankfurt 1963

19. SAMANN, W., Charakteristische Merkmale und Auswirkungen ungünstiger Arbeitshaltungen.
Arbeitswiss. Diss. Berlin 1969

20. SOGANCI, M., Der Zeitaufwand des Zahnarztes bei verschiedener Arbeitshaltung unter Berücksichtigung der Pulsfrequenz.
Zahnmed. Diss. Erlangen-Nürnberg

21. STRUNZ, V., Pulsfrequenzmessungen der zahnärztlichen Helferin.
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 129 (1974)

22. SCHÖBEL, R., Wege zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Zahnarztes.
Joh.-Ambrosius Barth-Verlag
Leipzig 1922

23. SCHOBERTH, H., Sitzhaltung, Sitzschäden, Sitzmöbel.
Springer-Verlag, Berlin 1962

24. SCHMIDT, H. G., Arbeitsmedizin und Ergonomie.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 29, 83 (1974)

25. SCHÖN, F., KIMMEL, K., Ergonomie in der zahnärztlichen Praxis.
Verlag 'Die Quintessenz', Berlin 1968

26. REFA e. V., Work-Factor Handbuch.
Schnellverfahren.
Verband für Arbeitsstudien Refa e. V.,
Darmstadt

Lebenslauf

Am 16.10.1945 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Anton Degano und seiner Ehefrau, Hildegard Degano, geb. Werner, in Berlin geboren.

1951 wurde ich eingeschult. Im Anschluß an die Grundschule besuchte ich die Albert-Einstein-Oberschule in Berlin-Britz, die ich im Frühjahr 1966 mit dem Abitur verließ. Im folgenden Sommersemester begann ich an der Freien Universität Berlin das Studium der Zahnmedizin. Das Staatsexamen bestand ich am 19. August 1971.

Seit Oktober 1971 bin ich als wissenschaftlicher Assistent an der Zahnklinik der Freien Universität Berlin in der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie tätig.

Peter Degano